



VINHAÇA – CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS PARA APLICAÇÃO NO SOLO AGRÍCOLA

P4.231
Dez/2006

Sumário

Página

1	Objetivo.....	1
2	Documentos Complementares.....	1
3	Definições.....	3
4	Considerações Específicas.....	3
5	Critérios e Procedimentos para o Armazenamento, Transporte e Aplicação no Solo.....	4
6	Plano de Aplicação de Vinhaça: Instruções.....	8
7	Caracterização do Solo.....	10
8	Referências.....	11

1 Objetivo

Esta norma tem como objetivo estabelecer os critérios e procedimentos para o armazenamento, transporte e aplicação da vinhaça, gerada pela atividade sucroalcooleira no processamento de cana-de-açúcar, no solo do Estado de São Paulo.

2 Documentos Complementares

Os documentos relacionados a seguir contém disposições que constituem fundamento para esta norma. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita à revisão e alterações, aqueles que realizam procedimentos com base nesta, devem verificar a existência de legislação superveniente aplicável ou de edições mais recentes das normas citadas.

Na aplicação desta norma é necessário consultar:

2.1 Legislação Federal

- Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 – Código Florestal.
- Resolução do CNRH nº 15, de 01 de junho de 2001– Diretrizes para a gestão integrada das águas superficiais, subterrâneas e meteóricas.
- Portaria do Ministério do Interior nº 158, de 03 de novembro de 1980 – Dispõe sobre o lançamento de vinhoto em coleções hídricas e sobre efluentes de destilarias e usinas de açúcar.
- Portaria do Ministério do Interior nº 124, de 20 de agosto de 1980 – Normas para localização e construção de instalações que armazenem substâncias que possam causar poluição hídrica.

- Portaria do Ministério do Interior nº 323, de 29 de novembro de 1978 – Proíbe o lançamento de vinhoto em coleções de água.
- Portaria do Ministério da Saúde nº 518/04, de 25 de março de 2004 - Estabelece procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

2.2 Legislação Estadual

- Constituição do Estado de São Paulo de 05 de outubro de 1989. Capítulo IV. Do Meio Ambiente, dos Recursos Naturais e do Saneamento.
- Lei nº 997, de 31 de maio de 1976 – Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente.
- Lei nº 7.641, de 19 de dezembro de 1991 – Dispõe sobre a proteção ambiental das bacias dos Rios Pardo, Mogi-Guaçu e Médio Grande e estabelece critérios para o uso e ocupação do solo.
- Lei nº 6.134, de 02 de junho de 1988 – Dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas.
- Lei nº 6.171, de 04 de julho de 1988 – Dispõe sobre o uso, conservação e preservação do solo agrícola.
- Decreto nº 8.468, de 08 de setembro de 1976 – Aprova o regulamento da Lei nº 997 de 31 de maio de 1976 - Controle da poluição das águas, ar, resíduos, padrões, exigências, licenciamento, penalidades.
- Decreto nº 32.955, de 07 de junho de 1991– Regulamenta a Lei nº 6.134, de 02 junho de 1988 que dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas.
- Decreto nº 41.719, de 16 de abril de 1997 – Regulamenta a Lei nº 6.171, de 04 de julho de 1988 que dispõe sobre uso, conservação e preservação do solo agrícola.

2.3 Normas Técnicas

2.3.1 ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas:

- NBR 13.895:1997 – Construção de poços de monitoramento e amostragem / Procedimento.

2.3.2 CETESB:

- O6.010: - Construção de Poços de Monitoramento de Aquífero Freático: Procedimento.

2.3.3 Outros Documentos:

- CETESB, São Paulo. **Decisão de Diretoria nº 195-2005-E**, de 23 de novembro de 2005. Dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – 2005, em substituição aos Valores Orientadores de 2001, e dá outras providências. São Paulo, 2005, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo de 03 de dezembro de 2005, retificada em 13 de dezembro de 2006. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf>. Acesso em:2006.
- CETESB, São Paulo. **Portaria CTSA – 01**, de 28 de novembro de 2005. Dispõe sobre os

prazos e procedimentos para a impermeabilização de tanques de armazenamento de vinhaça e de canais mestres ou primários, já instalados, de uso permanente para a distribuição da vinhaça destinada à aplicação no solo. São Paulo, 2005, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo de 29 de novembro de 2005.

- CETESB, São Paulo. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo, 1988.
- CETESB, São Paulo. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. 2.ed. São Paulo: CETESB/GTZ. 2001. 389 p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/manual.asp>. Acesso em: 2006.

3 Definições

Para efeito desta norma foram adotadas as seguintes definições:

Águas subterrâneas: águas que ocorrem natural ou artificialmente no subsolo, de forma suscetível de extração e utilização pelo homem (Decreto Estadual nº 32.955, de 7 de junho de 1991); ou as águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo (Resolução CNRH n.º 15, de 1º de junho de 2001).

Aqüífero: toda formação geológica que armazena e transmite água subterrânea natural ou artificialmente captada.

Solo: material que ocorre a partir da superfície do terreno, constituído por horizontes gerados pela alteração do material original (rocha, sedimento ou outro solo) por ação do intemperismo. São partes integrantes do solo as partículas minerais, o ar, a água intersticial das zonas não saturadas e saturadas, a fração orgânica e a biota.

Solo agrícola: superfície de terra utilizada para a exploração agro-silvo-pastoril.

Vinhaça: líquido derivado da destilação do vinho, que é resultante da fermentação do caldo da cana-de-açúcar ou melaço.

Nível d'água: altura em determinado tempo e local, da superfície freática ou potenciométrica de um aqüífero.

Superfície potenciométrica livre ou lençol freático: superfície superior da zona saturada, ao longo da qual a pressão é igual à pressão atmosférica.

4 Considerações Específicas

Para efeito de elaboração e cumprimento desta norma, considerou-se:

A necessidade de disciplinar o armazenamento, transporte e aplicação no solo da vinhaça gerada no processamento da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo para evitar a ocorrência de poluição.

Que a aplicação de vinhaça no solo não se constitui em atividade passível de licenciamento no âmbito da CETESB, nos termos do Artigo 57 do Regulamento da Lei 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo Decreto 8.468, de 08 de setembro de 1976.

As portarias do extinto Ministério do Interior nº 323, de 29 de novembro de 1978, e nº 158, de 03 novembro de 1980, que proíbem o lançamento direto ou indireto da vinhaça em qualquer coleção hídrica e nº 124, de 30 de agosto de 1980, que dispõe sobre o armazenamento de substâncias capazes de causar poluição hídrica.

O estabelecido no artigo 193 da Constituição do Estado de São Paulo, que determina a necessidade de se adotar medidas, nas diferentes áreas de ação pública e junto ao setor privado, para manter e promover o equilíbrio ecológico e a melhoria da qualidade ambiental, prevenindo a degradação em todas as suas formas e impedindo ou mitigando impactos ambientais negativos.

O artigo 3º do Regulamento da Lei Estadual nº 997, de 31 de maio 1976, aprovado pelo Decreto nº 8468, de 08 de setembro de 1976, que considera poluente toda e qualquer forma de matéria ou energia lançada ou liberada nas águas, no ar ou no solo, com intensidade, em quantidade e concentração em desacordo com os padrões de emissão estabelecidos neste Regulamento ou normas dele recorrentes.

O artigo 17 do Regulamento da Lei Estadual nº 997, de 31 de maio de 1976, aprovado pelo Decreto nº 8468, de 08 de setembro de 1976, que estabelece que os efluentes de qualquer natureza somente poderão ser lançados nas águas interiores ou costeiras, superficiais ou subterrâneas, situadas no território do Estado, desde que não sejam consideradas poluentes.

O disposto na Lei Estadual nº 6.134, de 02 de junho de 1988, que dispõe sobre a preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado.

A Lei Estadual nº 6.171, de 04 de julho de 1988, regulamentada pelo Decreto nº 41.719, de 16 de abril de 1997, que dispõe sobre o uso, conservação e preservação do solo agrícola.

A Lei Estadual nº 7.641, de 19 de dezembro de 1991, que dispõe sobre a proteção ambiental das bacias dos Rios Pardo, Mogi-Guaçu e Médio Grande, estabelecendo critérios para uso e ocupação do solo.

5 Critérios e Procedimentos para o Armazenamento, Transporte e Aplicação no Solo

5.1 A área a ser utilizada para a aplicação de vinhaça no solo deve atender às seguintes condições:

5.1.1 Não estar contida no domínio das Áreas de Preservação Permanente – APP ou de reserva legal, definidas no Código Florestal – Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, modificada pela Lei Federal nº 7.803, de julho de 1989, nem nos limites da zona de amortecimento definidos para as unidades de conservação de proteção integral.

5.1.2 No caso de a área estar localizada no domínio de Área de Proteção Ambiental – APA, a

aplicação de vinhaça não poderá estar em desacordo com os seus regulamentos.

5.1.3 No caso de a área estar localizada no domínio de APA estadual não regulamentada, a aplicação de vinhaça deverá ser aprovada pelo seu órgão gestor.

5.1.4 Não estar contida no domínio de área de proteção de poços.

5.1.5 Não estar contida na área de domínio das ferrovias e rodovias federais ou estaduais.

5.1.6 Estar afastada, no mínimo, 1.000 (um mil) metros dos núcleos populacionais compreendidos na área do perímetro urbano. Essa distância de afastamento poderá, a critério da CETESB, ser ampliada quando as condições ambientais, incluindo as climáticas, exigirem tal ampliação.

5.1.7 Estar afastada, no mínimo, 6 (seis) metros das Áreas de Preservação Permanente – APP, e com proteção por terraços de segurança.

5.1.8 A profundidade do nível d'água do aquífero livre, no momento de aplicação de vinhaça deve ser, no mínimo, de 1,50m (um metro e cinquenta centímetros).

5.1.9 No caso de áreas com declividade superior a 15%, deverão ser adotadas medidas de segurança adequadas à prevenção de erosão.

5.1.10 Nas áreas com declividade superior a 15%, além das práticas conservacionistas, deverá ser efetuada a escarificação do solo. Se, após a escarificação, a dosagem de aplicação de vinhaça for superior à capacidade de infiltração do solo, a aplicação deverá ser parcelada.

5.2 Os tanques de armazenamento de vinhaça deverão atender ao disposto no **item 5.1** desta norma e ser impermeabilizados com geomembrana impermeabilizante ou outra técnica de igual ou superior efeito. Os prazos para impermeabilização dos tanques de armazenamento instalados antes da edição da primeira versão desta norma (05 de abril de 2005), estão fixados na Portaria CTSA 01, de 28 de novembro de 2005.

5.3 Deverão ser instalados nas áreas dos tanques, uma quantidade mínima de 04 (quatro) poços de monitoramento, sendo 01 (um) à montante e 03 (três) à jusante, localizados de acordo com o mapa potenciométrico e construídos conforme a norma NBR 13.895:1997.

5.3.1 Na água coletada dos poços de monitoramento, deverão ser determinados os seguintes parâmetros, devendo os mesmos atender aos padrões da legislação pertinente:

- pH;
- dureza;
- sulfato;
- manganês;
- alumínio;
- ferro;
- nitrogênio nitrato;
- nitrogênio nitrito;

- nitrogênio amoniacal;
- nitrogênio Kjeldhal;
- potássio;
- cálcio;
- cloreto;
- sólidos dissolvidos totais;
- condutividade elétrica e
- fenóis totais.

Observações:

- a) A frequência da amostragem para análise será semestral;*
- b) As metodologias de análises, para os parâmetros assinalados acima, são aquelas contidas em normas e/ou procedimentos consagrados para tal, nas suas versões vigentes;*
- c) Os resultados analíticos deverão ser comparados com os valores orientadores estabelecidos na Decisão de Diretoria da CETESB nº 195-2005-E, de 23/11/2005 e com os padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria do Ministério da Saúde nº 518/04, de 25/03/2004.*

5.3.2 A implantação de drenos testemunha dispensa a instalação dos poços de monitoramento.

5.4 Deverá ser imediatamente suspensa a prática de armazenamento e/ou disposição de vinhaça ou lodo em áreas de sacrifício, eliminando-se aquelas que ainda estão sendo utilizadas nas unidades produtoras, estando qualquer aplicação no solo agrícola sujeita à observância desta norma.

5.4.1 Essas áreas deverão ser avaliadas pelo responsável quanto a uma possível alteração de qualidade de águas subterrâneas, por meio da realização de uma investigação confirmatória, a qual deve seguir minimamente as seguintes recomendações:

5.4.1.1 Investigação da água subterrânea: deverão ser instalados 2 poços de monitoramento para cada área de 10.000 m², localizados preferencialmente nos locais onde, em função do histórico de utilização da área, há maior probabilidade de alteração da qualidade. Os poços de monitoramento instalados devem ter seção filtrante com comprimento máximo de 2 metros, instalada na parte superficial do aquífero freático. Os aspectos construtivos devem atender às especificações definidas na norma NBR 13.895: 1997. Devem ser coletadas amostras em todos os poços instalados, que devem ser avaliadas para os mesmos parâmetros definidos no **item 5.3.1**. Os resultados analíticos deverão ser comparados com os valores orientadores estabelecidos na Decisão de Diretoria da CETESB nº 195-2005-E, de 23/11/2005 e com os padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria do Ministério da Saúde nº 518/04, de 25/03/2004.

5.4.2 Caso sejam constatadas alterações de qualidade na água subterrânea, superiores aos valores definidos acima, deverá ser realizada uma investigação detalhada da área, atendendo ao que for cabível às recomendações constantes do Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas.

5.5 Os canais mestres ou primários de uso permanente para distribuição de vinhaça durante o período da safra deverão ser impermeabilizados com geomembrana impermeabilizante ou outra

técnica de igual ou superior efeito. Os prazos para impermeabilização dos canais mestres ou primários instalados antes da edição da primeira versão desta norma (05 de abril de 2005), estão fixados na Portaria CTSA 01, de 28 de novembro de 2005.

5.6 Ao término de cada safra, deverá ser promovida a limpeza dos tanques e canais mestres impermeabilizados, sendo que a vinhaça eventualmente remanescente deverá ser neutralizada.

5.6.1 A vinhaça remanescente nos tanques e canais mestres ou primários deverá ser aplicada, conforme os procedimentos estabelecidos nesta Norma, em solos agrícolas para uso da cultura canavieira.

5.7 Anualmente, deverá ser realizado ou atualizado o Plano de Aplicação de Vinhaça, a ser elaborado conforme instruções contidas no **item 6**, os procedimentos estabelecidos pela Portaria CTSA 01, de 28 de novembro de 2005 e assinado por profissional devidamente habilitado junto ao CREA – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, que deverá recolher a ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) específica.

5.7.1 Até a data de 02 (dois) de abril de cada ano, o empreendimento deverá encaminhar à CETESB o **Plano de Aplicação de Vinhaça**, observadas as instruções contidas no **item 6** desta norma.

5.7.2 O Plano de Aplicação de Vinhaça será utilizado pela CETESB para fins de acompanhamento e fiscalização.

5.8 A dosagem para a aplicação de vinhaça para enriquecimento do solo agrícola, deverá ser calculada considerando a profundidade e a fertilidade do solo, a concentração de potássio na vinhaça e a extração média desse elemento pela cultura, conforme fórmula constante do **item 6** desta norma.

5.8.1 A concentração máxima de potássio no solo não poderá exceder 5% da Capacidade de Troca Catiônica – CTC. Quando esse limite for atingido, a aplicação de vinhaça ficará restrita à reposição desse nutriente em função da extração média pela cultura, que é de 185kg de K₂O por hectare por corte. Estes parâmetros poderão ser, a critério da CETESB, revistos conforme os resultados do estudo de avaliação mencionado no **item 5.10** desta norma ou outros estudos.

5.8.2 Nos casos em que houver necessidade de expansão na área de aplicação de vinhaça para o atendimento ao disposto neste artigo, o Plano de Aplicação de Vinhaça deverá ser atualizado e reapresentado à CETESB.

5.9 A caracterização, para fins de fertilidade do solo agrícola, das áreas que receberão a aplicação da vinhaça, deverá ser realizada antes do início da safra e de acordo com os procedimentos descritos no **item 7** desta norma.

5.10 A partir da primeira safra após a publicação desta Norma Técnica, as agroindústrias do setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo, por meio de suas entidades representativas e com a participação de entidades de pesquisas científicas, deverão promover estudos para a avaliação da qualidade das águas subterrâneas, do solo e avaliação dos parâmetros adotados na fórmula de dosagem referida no **item 5.8.1** e **item 6.1.3** Esses estudos serão realizados em áreas de

aplicação de vinhaça previamente indicadas pela CETESB, ouvidas as entidades representativas.

5.10.1 A indicação das áreas de avaliação, as instalações dos poços de monitoramento e as metodologias de amostragem, serão estabelecidas observando os respectivos documentos técnicos, citados nos **itens 2.3.1, 2.3.2 e 2.3.3**:

- **NBR 13895:1997; O6.010: 1988; Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água.**

5.10.2 Os resultados analíticos deverão ser comparados com os valores orientadores estabelecidos pela CETESB e com os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

5.11 Ocorrendo alterações prejudiciais ao solo agrícola, a aplicação de vinhaça deverá ser suspensa, cabendo à CETESB comunicar o fato à Coordenadoria de Defesa Agropecuária, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, para os fins previstos na Lei Estadual nº 6.171, de 04 de julho de 1988, sem prejuízo de suas atribuições legais.

a) Na ocorrência de contaminação das águas subterrâneas, deverá ser suspensa a aplicação de vinhaça, cabendo à CETESB comunicar à Vigilância Sanitária quando existirem poços de abastecimento no entorno, em consonância com a articulação prevista no Decreto Estadual nº 32.955, de 7 de fevereiro de 1991, sem prejuízo de suas atribuições legais.

6 Plano de Aplicação de Vinhaça: Instruções

O Plano de Aplicação de Vinhaça no solo será constituído de memorial descritivo da prática de aplicação pretendida, acompanhado de planta na escala de 1:20.000, ou superior, contendo as taxas indicativas de dosagem a serem aplicadas, em m³/ha, diferenciadas em cores, com intervalos de aplicação a cada 150m³/ha.

A planta e planilha complementares deverão indicar, no mínimo:

- A localização dos tanques de armazenamento e dos canais mestres ou primários de uso permanente de distribuição;
- A localização dos cursos d'água;
- Poços utilizados para abastecimento;
- Dados de geologia e hidrogeologia local;
- Resultados analíticos dos solos;
- As áreas de interesse ambiental; e
- Forma e dosagem de aplicação de vinhaça.

6.1 Caracterização da vinhaça a ser utilizada nas aplicações no solo

6.1.1 Caracterização

A vinhaça deverá ser caracterizada quanto aos seguintes parâmetros:

- pH;

- resíduo não filtrável total;
- dureza;
- condutividade elétrica;
- nitrogênio nitrato;
- nitrogênio nitrito;-nitrogênio amoniacal;
- nitrogênio Kjeldhal;
- sódio;
- cálcio;
- potássio;
- magnésio;
- sulfato;
- fosfato total;
- DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e
- DQO (Demanda Química de Oxigênio).

Observação: Outros parâmetros poderão ser solicitados, a critério da CETESB.

Essa caracterização deverá ser resultado de, no mínimo, duas amostragens realizadas no local de geração da vinhaça, durante a safra anterior à apresentação do plano de aplicação.

6.1.2 Determinação do teor de K₂O na vinhaça:

Semanalmente, será determinado o teor de K₂O da vinhaça, expresso em kg/m³.Essa determinação irá indicar a dosagem de vinhaça a ser aplicada no solo.

6.1.3 Dosagem:

A dosagem máxima de vinhaça a ser aplicada no tratamento de solos agrícolas em cultura de cana-de-açúcar será determinada pela equação:

$$\text{m}^3 \text{ de vinhaça/ha} = [(0,05 \times \text{CTC} - \text{ks}) \times 3744 + 185] / \text{kvi}$$

onde:

0,05 = 5% da CTC

CTC = Capacidade de Troca Catiônica, expressa em cmolc/dm³, dada pela análise de fertilidade do solo realizada por laboratório de análise de solo e utilizando metodologia de análise do solo do Instituto Agrônomo - IAC, devidamente assinado por responsável técnico.

ks = concentração de potássio no solo, expresso em cmolc/dm³, à profundidade de 0 a 0,80 metros, dada pela análise de fertilidade do solo realizada por laboratório de análise de solo utilizando metodologia de análise de solo do Instituto Agrônomo – IAC, devidamente assinado por responsável técnico.

3744 = constante para transformar os resultados da análise de fertilidade, expressos em cmolc/dm³ ou meq/100cm³, para kg de potássio em um volume de 1 (um) hectare por 0,80 metros de profundidade.

185 = massa, em kg, de K₂O extraído pela cultura por hectare, por corte.

kvi = concentração de potássio na vinhaça, expressa em kg de K₂O /m³, apresentada em boletim de resultado analítico, assinado por responsável técnico.

7 Caracterização do Solo

7.1 Caracterização da qualidade do solo que receberá aplicação de vinhaça

7.1.1 Amostragem do solo

Será utilizada uma amostra composta, constituída de quatro sub-amostras, coletadas em gleba homogênea de, no máximo, 100 (cem) hectares. As sub-amostras deverão ser coletadas, uma no centro de um círculo com raio de 10 metros e as outras três ao longo do perímetro, distanciadas cerca de 120 graus uma da outra. Essa amostragem deverá estar geo-referenciada com suas coordenadas.

As amostras deverão ser coletadas com trado, de maneira contínua, até a profundidade de 0,80 metros. O solo deverá ser colocado em recipiente limpo, específico para essa finalidade. Após a coleta das quatro sub-amostras, homogeneizar e, por quarteamento, retirar uma amostra de 500 gramas, que será encaminhada para análise de solo em laboratório integrado ao Instituto Agronômico – IAC.

7.1.2 Caracterização da qualidade do solo

Deverão ser determinados nas amostras compostas, conforme descrito acima, os seguintes parâmetros:

- Al – alumínio trocável;
 - Ca – cálcio;
 - Mg – magnésio;
 - Na – sódio;
 - SO₄⁻ sulfato;
 - Hidrogênio dissociável;
 - K – potássio;
 - Matéria orgânica;
 - CTC – capacidade de troca catiônica;
 - pH – potencial hidrogeniônico e
 - V% - saturação de bases.
-

8 Referências

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION. Microbiological examination. In:_____. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th. Washington, 1998.
- BOHN, H.; O'CONNOR, G. **Soil chemistry**. Toronto: A Wiley Interscience: John Wiley Sons, 1979.
- CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.S.; GERALDI, R.N. Características físicas e químicas de solo que recebeu vinhaça por longo tempo. **Boletim técnico do IAC**, n. 76, p. 1-30, 1983.
- EMBRAPA. Comissão de Solos. **Levantamento de solos do estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 1960. (Boletim 12)
- DYNIA, J.F. Nitrate retention and leaching in variable change soils of a watershed in São Paulo State, Brazil. Embrapa Meio Ambiente. **Commun. Soil SCI, Plant Anal**, v. 31, n. 5-6, p. 777-791, 2000.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Mapa de solos do Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1981.
- FONTES, M.P.F.; CAMARGO, O.A.de; SPOSITO, G. Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos intemperizados. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 58, n 3, 2001.
- GLOEDEN, E. **Monitoramento da qualidade da água das zonas não saturada e saturada em área de fertirrigação com vinhaça**. 1994. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- HASSUDA, S. **Impactos da infiltração da vinhaça de cana no aquífero Bauru**.1989. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.
- KLAUS, A.E. **A água no sistema solo - planta- atmosfera**. São Paulo: Nobel, 1988.
- KOFLER, N.E. **A profundidade do sistema radicular e o suprimento de água das plantas no cerrado**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato - POTAFOS, 1986, 12p. (Informação Agronômica, 33).
- MORELLI, J.L. et al. Efeito do gesso e do calcário nas propriedades químicas de solos arenosos álicos e na produção de cana-de-açúcar. **STAB Açúcar e Álcool e Subprodutos**, v. 6, p. 24-31, 1987.
- MORELLI, J.L. et al. Calcário e gesso na produtividade da cana-de-açúcar e nas características químicas de um latossolo de textura média álicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 6, p. 187-194, 1992.

ORLANDO FILHO, J.; ROSSETOR, R.; GERALDI, R.N. Adubação potássica em cana-de-açúcar: II Análise química do solo e diagnose folia. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 5., 1993, Águas de São Pedro. **Anais...** Piracicaba: Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 1994. p. 50-54.

ORLANDO FILHO, J. et al. Relações K, Ca, Mg de solo areia quartzosa e produtividade da cana-de-açúcar. **STAB Açúcar e Alcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 14, n° 5, p.13 -17, 1996.

ORLANDO FILHO, J.; BITTENCOURT, V.C.; ALVES, M.C. Aplicação de vinhaça em solo arenoso do Brasil e poluição do lençol freático com nitrogênio. **STAB Açúcar, Alcool e Subprodutos**, v. 13, n. 6, p. 14-16, 1995.

PENATTI, C.P. **Doses de vinhaça versus doses de nitrogênio em cana-soca durante quatro safras**. São Paulo: Copersucar, Usina São Luiz, 1999. Relatório Interno.

PENATTI, C.P.; FORTI, J.A. Doses de vinhaça versus doses de nitrogênio em cana-soca. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 7., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, 1997. p. 328-339.

PRIMAVESI, O.; KORNDORFER, G.H.; DEUBER, R. Extração de minerais por colmos de cinco variedades de cana-de-açúcar em três solos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 10., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: XXII Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição e Plantas, 1992. p. 338-339.

RAIJ, B. Van. **Gesso agrícola na melhoria do ambiente radícula no subsolo**. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1988. 88 p.

REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo - planta - atmosfera**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 44 p.

RITCHEY, K.D.; SILVA, J.E.; SOUZA, D.M.G. Relação entre teor de cálcio no solo e desenvolvimento de raízes avaliado por um método biológico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 7, p. 269 – 275, 1983.

RITCHEY, K.D.; SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. C. Calcium leaching to increase rooting depth in Brazilian savannah Oxisol. **Agron. J.**, v. 72, p. 40-44, 1980.

SOUZA, D.M.G.; RITCKEY, K.D. Correção de acidez subsuperficial: uso de gesso no solo de cerrado. In: SIMPÓSIO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 1986, Campinas. **Anais ...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 91-113.

TISDALE, S.; NELSON, W.; BEATON, J. **Soil fertility and fertilizers**. New York: Macmillan, 1985.

UEHARA, G.; GILLMAN, G. **The mineralogy, chemistry and physycs of tropical soils with variable charge clays**. Colorado: Westview Press, 1981.